

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-251485

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 N 5/335

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 N 5/335

技術表示箇所

P

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-74692

(22) 出願日 平成7年(1995)3月8日

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 安藤 文彦

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 荒木 秀一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 最上 健治

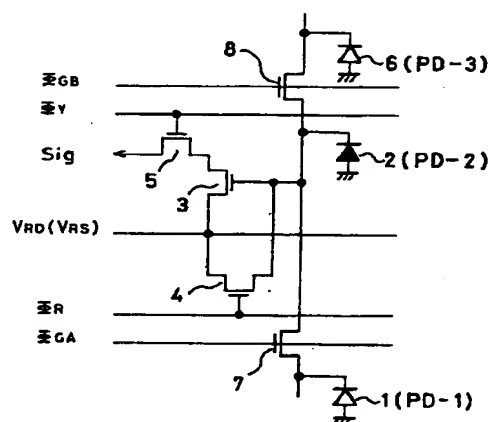
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【目的】 垂直方向に隣接する2つの画素のフォトダイオードの電荷の加算を完全に行い、感度を従来の2倍にすることの可能なXYアドレス方式の固体撮像装置を提供する。

【構成】 蓄積電荷を取り出す側の電荷取り出し用フォトダイオード1、6と、該フォトダイオードの電荷を加算して収納する側の電荷加算収納用フォトダイオード2とを1行おきに配置し、電荷取り出し用フォトダイオード1と電荷加算収納用フォトダイオード2とを第1の転送用トランジスタ7を介して接続し、電荷加算収納用フォトダイオード2と次行の電荷取り出し用フォトダイオード6とを第2の転送用トランジスタ8を介して接続し、電荷加算収納用フォトダイオード2にのみ増幅用トランジスタTa、リセット用トランジスタTrs及び読み出し用トランジスタTyを設けて、固体撮像装置を構成する。



- 1: 電荷取り出し用フォトダイオード
- 2: 加算収納用フォトダイオード
- 3: 増幅用トランジスタ
- 4: リセット用トランジスタ
- 5: 読み出し用トランジスタ
- 6: 電荷取り出し用フォトダイオード
- 7: 第1の転送用トランジスタ
- 8: 第2の転送用トランジスタ

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マトリクス状に配列した画素を備え、インターレース動作時に、垂直方向に隣接した 2 画素の光電変換電荷を加算して読み出す XY アドレス方式の固体撮像装置において、光電変換電荷を取り出す側の電荷取り出し用フォトダイオードを有する画素列と、該電荷取り出し用フォトダイオードの蓄積電荷を収納して加算する側の加算収納用フォトダイオードを有する画素列とを一行おきに配列すると共に、垂直方向に隣接する前記電荷取り出し用フォトダイオードを有する画素と前記加算収納用フォトダイオードを有する画素との間に、それぞれ転送用トランジスタを配置して、前記電荷取り出し用フォトダイオードの蓄積電荷を前記加算収納用フォトダイオードの蓄積電荷に加算収納できるように構成し、且つ前記加算収納用フォトダイオードの蓄積電荷をリセットする手段を備えていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 前記電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を、前記加算収納用フォトダイオードの不純物濃度より低く設定したことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を、前記加算収納用フォトダイオードの不純物濃度の $1/5$ 以下としたことを特徴とする請求項 2 記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、インターレース動作を行える XY アドレス方式の固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 固体撮像装置において、2 行混合読み出しのインターレース動作を行う際、電荷結合素子 (CCD) においては、各画素を構成する全てのフォトダイオードの不純物濃度を同一にし、且つ比較的低い濃度を保つことによって、垂直方向に隣接する 2 画素の光電変換電荷を垂直転送路に混合して読み出すようにしている。また MOS 型と呼ばれる XY アドレス方式の固体撮像装置においては、単純に垂直方向に隣接する 2 行を同時に選択し、2 画素の電荷を読み出すようにしている。

【0003】 これに対し、各画素に増幅機能を備えた XY アドレス方式の内部増幅型固体撮像装置 [例えば AMI (Amplified Mos Imager)] においては、インターレース動作時に、垂直方向 2 画素の加算を行わずに、1 画素のフォトダイオードの光電変換電荷だけを読み出している。

【0004】 次に、AMI 撮像素子を用いた従来の内部増幅型固体撮像装置の構成例を図 10 に基づいて説明する。ここでは説明のため、画素を 4×4 に配列した構成で示している。図 10 において、101 は AMI 単位画素、102 は垂直選択線 104-1 ~ 104-5 を選択するための垂直

2

走査回路で、各垂直選択線 104-1 ~ 104-5 には水平方向に配列されている単位画素 101 が共通に接続されている。103 は水平選択スイッチ 107-1 ~ 107-4 を選択して画素信号を順次読み出すために、パルス出力線 106-1 ~ 106-4 にパルスを発生させる水平走査回路である。垂直方向に配列された単位画素 101 はそれぞれ共通に各垂直信号線 105-1 ~ 105-4 に接続され、該垂直信号線 105-1 ~ 105-4 は水平選択スイッチ 107-1 ~ 107-4 に接続されており、更にリセット用トランジスタ 108-1 ~ 108-4 の一方の主電極にも接続されている。垂直信号線リセット用トランジスタ 108-1 ~ 108-4 の他方の主電極は接地され、ゲートには端子 109 から垂直信号線リセットパルス Φ_R が印加されるようになっている。信号出力線 110 は水平選択スイッチ 107-1 ~ 107-4 に接続され、端子 111 から出力 Sig として取り出される。端子 112 は各単位画素内のリセット及び増幅トランジスタにバイアス (V_{RS}/V_{RD}) を印加するための端子である。

【0005】 このように構成された AMI 固体撮像装置のインターレース動作は、次のようになる。まず A フィールドでは、端子 109 よりリセットパルス Φ_R がリセット用トランジスタ 108-1 ~ 108-4 のゲートに印加され、リセット用トランジスタが ON して垂直信号線をリセットする。続いて、垂直走査回路 102 により垂直選択線 104-1 が選択され、第 1 行の画素列が読み出し状態となる。次いで水平走査回路 103 により信号読み出しパルスが出力され、垂直信号線に読み出された第 1 行分の画素列の信号は、信号読み出しパルスにしたがって、水平選択スイッチを介して信号出力線 110 に順次読み出される。第 1 行の読み出しが終了後、リセットパルス Φ_R により垂直信号線がリセットされる。次に、垂直選択線 104-3 が選択され、第 3 行の画素列が読み出される。ここで第 3 行の読み出しと同時に、B フィールドの画素列である第 2 行のフォトダイオードに対してリセットがかかる、各画素のフォトダイオードが画素内のリセットトランジスタを介して初期電位に設定される。B フィールドも同様にして読み出される。そして B フィールドの読み出しでは、A フィールドの画素列のフォトダイオードに対してリセットがかかるようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、図 10 に示した従来の内部増幅型固体撮像装置では、各画素のフォトダイオードの電位の変化を読み、それを電荷増幅して一旦垂直信号線に充電し、その電荷を水平選択回路によって読み出している。このため単純に垂直方向 2 画素の電荷を混合しても、垂直信号線の電位には何ら変化がないことになる。あるいは 2 画素の平均電圧になってしまう、2 画素を加算した電荷を得ることはできない。したがって、従来はインターレース動作時に垂直方向 2 画素の加算を行わずに、単一のフォトダイオードの光電変換電荷だけを読み出していた。この場合、他方のフォトダ

3

イオードの光電変換電荷はそのまま捨て去ることになり、実質的に入射光により生成された光電変換電荷の $1/2$ しか利用できない状態であり、したがって感度も $1/2$ となっていた。

【0007】本発明は、従来の内部増幅型固体撮像装置における上記問題点を解消するためになされたもので、請求項1記載の発明は、インターレース動作時に垂直方向に隣接する一方のフォトダイオードから他方のフォトダイオードへ光電変換電荷を完全に転送し、感度を従来の2倍にすることができるようにした固体撮像装置を提供することを目的とする。請求項2記載の発明は、請求項1記載の固体撮像装置において、残像のない2行混合読み出しを可能にする構成を提供することを目的とし、また請求項3記載の発明は、請求項2記載の固体撮像装置における最適な条件を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用】上記問題点を解決するため、請求項1記載の発明は、マトリクス状に配列した画素を備え、インターレース動作時に、垂直方向に隣接した2画素の光電変換電荷を加算して読み出すXYアドレス方式の固体撮像装置において、光電変換電荷を取り出す側の電荷取り出し用フォトダイオードを有する画素列と、該電荷取り出し用フォトダイオードの蓄積電荷を収納して加算する側の加算収納用フォトダイオードを有する画素列とを一行おきに配列すると共に、垂直方向に隣接する前記電荷取り出し用フォトダイオードを有する画素と前記加算収納用フォトダイオードを有する画素との間に、それぞれ転送用トランジスタを配置して、前記電荷取り出し用フォトダイオードの蓄積電荷を前記加算収納用フォトダイオードの蓄積電荷に加算収納できるように構成し、且つ前記加算収納用フォトダイオードの蓄積電荷をリセットする手段を備えるものである。

【0009】このように構成した固体撮像装置においては、インターレース動作時に、転送用トランジスタをONにして電荷取り出し用フォトダイオードに蓄積された光電変換電荷を垂直方向に隣接する画素の加算収納用フォトダイオードに転送し加算して読み出し、読み出し後前記転送用トランジスタをOFFとした状態で加算収納用フォトダイオードの光電変換電荷をリセットし、初期状態に戻す。そして、この動作を繰り返すことにより、光入射及び光遮断に対して時間的な遅れは生じるが、電荷取り出し用及び加算収納用フォトダイオードの加算蓄積電荷、すなわち2画素分の情報を完全に読み出すことが可能となり、感度を従来の2倍にすることができる。

【0010】また、請求項2及び3記載の発明においては、上記請求項1記載の構成の固体撮像装置において、電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を加算収納用フォトダイオードの不純物濃度より低く設定し、特に電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を加算

4

収納用フォトダイオードの $1/5$ 以下とするものである。これにより、各フォトダイオードに同一の逆バイアス電圧を印加しておく、不純物濃度の低い方の電荷取り出し用フォトダイオードには自由電子が全く存在しない状態が形成され、一方、不純物濃度の高い方の加算収納用フォトダイオードでは自由電子が多数存在している状態となる。したがって、入射光により光電変換電荷を蓄積した後、転送用トランジスタをONすることにより、電荷取り出し用フォトダイオードに蓄積された光電変換電荷は加算収納用フォトダイオードに直ちに完全に転送され、2画素分の加算した信号として読み出すことが可能となり、これにより入射光に対して時間的な遅れを伴うことなく、瞬時に完全転送を行うことができ、時間的な遅れによる映像上の残像の発生を防止することができる。

【0011】

【実施例】次に実施例について説明する。図1は、本発明に係る固体撮像装置の実施例の一部の画素部分の構成を示す図であり、基本の単位画素としてAMI撮像素子を用いたものを示している。図1において、1は光電変換電荷を取り出す側の電荷取り出し用フォトダイオードPD-1で、この電荷取り出し用フォトダイオードPD-1のみで単位画素を構成している。2は電荷を加算して収納する側の加算収納用フォトダイオードPD-2、3は増幅用トランジスタTa、4はリセットパルスΦRで駆動されるリセット用トランジスタTrs、5は垂直選択信号ΦYで駆動される読み出し用トランジスタTyで、加算収納用フォトダイオードPD-2、増幅用トランジスタTa、フォトダイオードリセット用トランジスタTrs、及び読み出し用トランジスタTyとで単位画素を構成している。6は電荷取り出し用フォトダイオードPD-1と同様の電荷取り出し用フォトダイオードPD-3で、これのみで単位画素を構成している。7及び8は、それぞれ第1及び第2の転送用トランジスタTGA、TGBであり、それぞれ電荷取り出し用フォトダイオード1 (PD-1) と加算収納用フォトダイオード2 (PD-2) の間、及び該加算収納用フォトダイオード2 (PD-2) と電荷取り出し用フォトダイオード3 (PD-3) の間に設けられている。なお、第1及び第2の転送用トランジスタTGA、TGBはパルスΦGA、ΦGBで駆動されるようになっており、VRD (VST) は増幅用トランジスタTa及びリセット用トランジスタTrsのドレイン印加電圧である。

【0012】次に、このように構成された実施例の動作を、図2に示すタイミングチャートに基づいて説明する。なお、図2において、HDは水平同期信号を示している。まず、インターレース動作時のAフィールドにおいては、各フォトダイオードPD-1、PD-2、PD-3に光照射による光電変換電荷を蓄積した後、第1の転送用トランジスタ7 (TGA) をONにして電荷取り出し用フォトダイオード1 (PD-1) の光電変換電荷を、次行の

5

単位画素の加算収納用フォトダイオード 2 (PD-2) に転送し、2つのフォトダイオード 1 (PD-1)、2 (PD-2) の光電変換電荷を加算収納した後、第 1 の転送用トランジスタ T_{GA} を OFF にする。次いで、光電変換電荷を加算収納したフォトダイオード 2 (PD-2) の電位を増幅用トランジスタ 3 で増幅しながら、読み出し用トランジスタ 5 を ON として読み出す。混合加算して読み出した後に、加算収納用フォトダイオード 2 (PD-2) の電荷をリセットする。なお、電荷取り出し用フォトダイオード 3 (PD-3) の光電変換電荷は、次の 2 行の選択時に図示しない第 1 の転送用トランジスタを介して、該フォトダイオード 3 (PD-3) の次行の単位画素の加算収納用フォトダイオードに転送され、同様に読み出されるようになっている。

【0013】次に B フィールドにおいては、入射光による電荷蓄積後の転送時に第 2 の転送用トランジスタ 8 (T_{GB}) を ON として、電荷取り出し用フォトダイオード 3 (PD-3) の蓄積電荷を前行の単位画素の加算収納用フォトダイオード 2 (PD-2) に転送し、第 2 の転送用トランジスタ 8 (T_{GB}) を OFF にする。次いで、光電変換電荷を加算収納したフォトダイオード 2 (PD-2) の電位を増幅用トランジスタ 3 で増幅しながら、読み出し用トランジスタ 5 を ON として読み出す。混合加算して読み出した後に、加算収納用フォトダイオード 2 (PD-2) の電荷をリセットする。

【0014】次いで、再び光電変換電荷の蓄積動作、蓄積電荷の転送加算動作、加算電荷の読み出し動作、リセット動作の各動作が繰り返される。この繰り返し動作により、図 3 の (A)、(B)、(C)、(D)、(E) のポテンシャル図に示すように、時間的な遅れは生じるが、2つのフォトダイオード 1 (PD-1) 及び 2 (PD-2)、あるいはフォトダイオード 3 (PD-3) 及び 2 (PD-2) の加算情報を完全に読み出すことができる。図 3 の (A) ~ (E) は、それぞれ順次加算回数を重ねた場合のポテンシャル図で、(1) は第 1 の転送用トランジスタ 7 (T_{GA}) を OFF、リセット用トランジスタ 4 (T_{rs}) を ON としたリセット時の、電荷取り出し用フォトダイオード 1 (PD-1)、加算収納用フォトダイオード 2 (PD-2)、リセット用トランジスタ 4 (T_{rs}) のソースの各電位を示しており、同様に (2) は第 1 の転送用トランジスタ 7 (T_{GA}) を OFF、リセット用トランジスタ 4 (T_{rs}) を OFF とした蓄積時 (明時) の各部の電位を示しており、(3) は第 1 の転送用トランジスタ 7 (T_{GA}) を ON とした蓄積電荷の加算混合時の各部の電位を示している。

【0015】図 3 の (A) の第 1 回目の加算時において、リセット時には各部に自由電子 (小点を打った領域で示す) が存在しており、蓄積時にはフォトダイオード 1 (PD-1) 及び 2 (PD-2) に入射光に応じて光電変換で生成された電子 (ハッチング領域で示す) が蓄積さ

6

れ、混合時にはフォトダイオード 1 (PD-1) 及び 2 (PD-2) の蓄積電荷が混合された状態となる。読み出し後のリセット時には、図 3 の (B) の (1) で示すようにフォトダイオード 2 (PD-2) の電荷は完全にリセットされるが、フォトダイオード 1 (PD-1) の残留電荷は、そのまま残ることになる。光入射時において、このような動作が繰り返されることにより、時間的な遅れは生じるが、図 3 の (E) の (3) で示されるように、2つのフォトダイオード 1 (PD-1) と 2 (PD-2)、あるいはフォトダイオード 3 (PD-3) と 2 (PD-2) の蓄積電荷が完全に加算された状態となる。

【0016】次に、光入射時において、上記動作が繰り返され、図 3 の (E) の (3) で示されるように 2つのフォトダイオード PD-1、PD-2 の蓄積電荷が完全に加算され、電荷取り出し用フォトダイオード 1 (PD-1) に 2つのフォトダイオードの蓄積電荷が混合蓄積されている状態において、光遮断状態となり、上記光入射時と同じ動作が繰り返されると、図 4 の (A) ~ (E) に示すように、順次蓄積電荷が排出され、時間的な遅れは生じるが、2つのフォトダイオード PD-1、PD-2 の蓄積電荷の完全なリセットを行うことができる。

【0017】このような蓄積、混合加算、リセットの各動作の繰り返しによる 2 画素分の情報の読み出し方式における、光入射時と光遮断時の応答の遅れを計算によって求めた結果を図 5 に示す。この算出には、不純物濃度を $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ としたフォトダイオードを用い、光入射時の応答特性は曲線 a で、光遮断時の応答特性は曲線 b で示している。この算出例では、いずれも 5 回のリセット回数、すなわち 5 回の繰り返し動作で、ほぼ完全に 2 画素分の情報を読み出すことができることを示している。

【0018】ところで、上記実施例においては、電荷取り出し用フォトダイオード及び加算収納用フォトダイオードのいずれも同一不純物濃度をもつもので構成した場合を示したが、この場合には、図 3 ~ 図 5 からわかるように、繰り返し動作によるある一定の時間後に、完全に 2 画素分の情報を読み出すことができるが、時間的な遅れにより映像上残像となって現れる。

【0019】この問題は、蓄積された光電変換電荷を取り出す側の電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を、その電荷を収納する側の加算収納用フォトダイオードの不純物濃度より低く、特に $1/5$ 以下に設定することにより解決される。

【0020】次に、電荷取り出し用フォトダイオード 1 (PD-1)、3 (PD-3) と加算収納用フォトダイオード 2 (PD-2) の不純物濃度を上記のように設定した場合の、リセット時 (初期状態)、蓄積時、混合加算時の動作を、図 6 に示したポテンシャル図を参照しながら説明する。不純物濃度の低い電荷取り出し用フォトダイオード PD-1 (PD-3) に対して、初期状態 (リセット

時)において、ある程度の逆バイアス電圧を印加すると、図6の(1)のリセット時のポテンシャル図に示すように、そのフォトダイオードPD-1 (PD-3)に電子が全く存在しない状態を作り出すことができる。一方、加算収納用フォトダイオードPD-2においては不純物濃度が高いため、初期状態(リセット時)に同一の逆バイアス電圧を印加した場合には、自由電子が多数存在している状態となる。

【0021】この初期状態から入射光による光電変換電荷の蓄積時に移ると、図6の(2)に示すように、各フォトダイオードPD-1 (PD-3)、PD-2には光電変換電荷が蓄積される。次いで、混合加算時に転送用トランジスタ T_{GA} (T_{GB})をONすることによって、電荷取り出し用フォトダイオードPD-1 (PD-3)の蓄積電荷は、図6の(3)に示すように、直ちに加算収納用フォトダイオードPD-2に転送され、2画素の蓄積電荷を加算した信号として読み出すことができる。加算信号を読み出した後、リセット動作を行うことによって、リセット時(1)の初期状態に戻される。

【0022】このように、電荷取り出し用フォトダイオードPD-1 (PD-3)の不純物濃度を加算収納用フォトダイオードPD-2の不純物濃度より低く設定することにより、光入射に対して時間的な遅れを伴うことなく、瞬時にほぼ完全に転送を行うことができ、2画素の光電変換電荷を加算して読み出すことができる。

【0023】電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を、加算収納用フォトダイオードの不純物濃度の特に1/5以下に設定する理由は、次の通りである。図7の(A)、(B)は、フォトダイオードPD-1 (PD-3)の不純物注入量と第1回目の混合時における加算レベル(加算達成率)との関係を示す図で、図7の(A)はリセット電圧 $V_{rs}=4V$ とした場合、図7の(B)はリセット電圧 $V_{rs}=5V$ とした場合の状態を示している。なお、図7の(A)、(B)においては、第5回目の混合加算時に加算レベルが100%となる場合についての実験結果を示しており、●印、△印及び□印はそれぞれ試料の種別を示している。これらの図からわかるように、第1回目の混合時において、理想的な加算レベル100%は得られていないが、リセット電圧 $V_{rs}=4V$ の場合には、フォトダイオードの不純物注入量が 7×10^{14} 個/cm²以下、リセット電圧 $V_{rs}=5V$ の場合には、 1×10^{14} 個/cm²以下とした場合、1回目の混合加算時において90%以上の加算率が得られていることがわかる。そして不純物注入量が 7×10^{14} 個/cm²又は 1×10^{14} 個/cm²のときの不純物濃度は、それぞれ 4×10^{19} /cm³又は 8.5×10^{18} /cm³となり、通常のフォトダイオードPD-2の不純物濃度は 2×10^{20} /cm³であるから、フォトダイオードPD-1 (PD-3)の不純物濃度はリセット電圧にもよるがフォトダイオードPD-2の不純物濃度の1/5以下であれば、90%以上の加算率が得られることに

なる。

【0024】次に、本発明に係る固体撮像装置の全体構成を図8に基づいて説明する。図8に示すように、XY方向にマトリクス状に配列された各画素を構成するフォトダイオード51-1, 51-2, 51-3, 51-4, 52-1, ..., 53-1, ..., 54-1, ..., 55-1, ...を、垂直方向の1行おきに蓄積された光電変換電荷を取り出す側の電荷取り出し用フォトダイオード51-1, 51-2, ..., 53-1, 53-2, ..., 55-1, 55-2, ...と、該電荷取り出し用フォトダイオードの電荷を加算して収納する側の加算収納用フォトダイオード52-1, 52-2, ..., 54-1, 54-2, ...とに分け、電荷取り出し用フォトダイオードと次行の電荷加算収納用フォトダイオードとの間、及び電荷加算収納用フォトダイオードと次行の電荷取り出し用フォトダイオードとの間を、それぞれ第1の転送用トランジスタ61-1, 61-2, ..., 63-1, 63-2, ...及び第2の転送用トランジスタ62-1, 62-2, ..., 64-1, 64-2, ...を介して接続する。そして、電荷加算収納用フォトダイオード52-1, 52-2, ..., 54-1, 54-2, ...にのみ、増幅用トランジスタ T_a 、フォトダイオードリセット用トランジスタ T_{rs} 及び読み出し用トランジスタ T_y を設ける。すなわち、これらの素子を備えた画素を1行おきに配置するものである。

【0025】また、図8において11は水平走査回路、12は垂直走査回路、13-1~13-4は垂直信号線、14-1~14-4は水平選択スイッチ、15-1~15-4は垂直信号線リセットトランジスタ、21~25は読み出しパルス信号、26~33は第1及び第2の転送用トランジスタの駆動パルス信号、34~37は増幅用及びリセット用トランジスタ T_a , T_{rs} のドレイン印加電圧信号、41~44は水平選択パルス信号を示している。

【0026】次に、このように構成した固体撮像装置の動作を、図9のタイミングチャートを参照しながら説明する。まずAフィールドの読み出し動作について説明する。時刻 $t_1 \sim t_2$ において、第1の転送用トランジスタ61-1~61-4をONさせて、第1行のフォトダイオード51-1~51-4の電荷を第2行のフォトダイオード52-1~52-4に転送させる。続いて、読み出しパルス信号21により第2行の画素を読み出し状態とし、水平走査回路11により第1行と第2行の混合された画素信号を、水平選択スイッチ14-1~14-4を介して順次読み出す。読み出し終了後、リセットパルス Φ_R によりリセットトランジスタ15-1~15-4を介して、垂直信号線13-1~13-4の残留電荷をリセットする。

【0027】時刻 $t_2 \sim t_3$ においては、第1の転送用ゲート63-1~63-4をONさせて、第3行のフォトダイオード53-1~53-4の電荷を第4行のフォトダイオード54-1~54-4に転送する。続いて、読み出しパルス信号22により第4行の画素を読み出し状態とし、水平

走査回路11により第3行と第4行の混合された画素信号を、水平選択スイッチ14-1~14-4を介して順次読み出す。その読み出し終了後、リセットパルス Φ_R によりリセットトランジスタ15-1~15-4を介して、垂直信号線13-1~13-4の残留電荷をリセットする。第4行の画素の読み出し最中に、第2行の画素内のフォトダイオード52-1~52-4をリセット用トランジスタTrsを介して初期電位にリセットする。同様に時刻 t_6 までに、Aフィールド分の画素の読み出し及び画素のリセットが終了する。

【0028】次に、Bフィールドの読み出し動作について説明する。時刻 $t_6 \sim t_7$ において、第2の転送用トランジスタ62-1~62-4をONさせて、第3行のフォトダイオード53-1~53-4の電荷を第2行のフォトダイオード52-1~52-4に転送する。続いて、読み出しパルス信号21により第2行の画素を読み出し状態とし、水平走査回路11により第2行と第3行の混合された画素信号を、水平選択スイッチ14-1~14-4を介して順次読み出す。その読み出し終了後、リセットパルス Φ_R によりリセットトランジスタ15-1~15-4を介して、垂直信号線13-1~13-4の残留電荷をリセットする。時刻 $t_7 \sim t_8$ においては、第2の転送用トランジスタ64-1~64-4をONさせて、第5行のフォトダイオード55-1~55-4の電荷を第4行のフォトダイオード54-1~54-4に転送する。続いて、読み出しパルス信号22により第4行の画素を読み出し状態とし、水平走査回路11により第4行と第5行の混合された画素信号を、水平選択スイッチ14-1~14-4を介して順次読み出す。その読み出し終了後、リセットパルス Φ_R により垂直信号線13-1~13-4の残留電荷をリセットする。第4行の画素の読み出し最中に、第2行の画素内のフォトダイオード52-1~52-4をリセット用トランジスタTrsを介して初期電位にリセットする。同様に時刻 t_{11} までに、Bフィールド分の画素の読み出し及び画素のリセットが終了する。

【0029】そして、このようなA、Bフィールドの読み出し動作を繰り返すことによって、4~5フィールド後には、完全に垂直方向に隣接した2画素の加算情報を読み出すことができる。また、上記構成の固体撮像装置において、電荷取り出し用フォトダイオード51-1, 51-2, ... 53-1, 53-2, ... 55-1, 55-2, ... の不純物濃度を、電荷加算収納用フォトダイオード52-1, 52-2, ... 54-1, 54-2, ... の不純物濃度の1/5以下に設定することにより、残像を生じさせることなく、2画素分の出力を読み出すことができる。

【0030】なお上記実施例では、増幅素子を有する画素を用いたXYアドレス方式の固体撮像装置に本発明を適用したものを示したが、本発明はこれに限らず、他の構成のXYアドレス方式の固体撮像装置にも適用するこ

とができ、同様な作用効果が得られる。

【0031】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて説明したように、請求項1記載の発明によれば、インターレース動作時に、垂直方向に隣接する2画素の光電変換電荷を完全に加算し、2画素分の出力として読み出すことが可能な、従来例に比し2倍の高感度を有する固体撮像装置を実現することができる。また請求項2又は3記載の発明においては、垂直方向に隣接する2画素を構成する各フォトダイオードの不純物濃度を、一方を他方より低く、特に1/5以下とすることにより、垂直方向に隣接する2画素の光電変換電荷を瞬時に完全に加算し、残像を生じさせることなく2画素分の出力として読み出すことが可能な固体撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体撮像装置の実施例の一部の画素部分の構成を示す回路構成図である。

【図2】図1に示した実施例の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図3】図1に示した実施例の光入射時の動作を説明するためのポテンシャル図である。

【図4】図1に示した実施例の光遮断時の動作を説明するためのポテンシャル図である。

【図5】図1に示した実施例におけるリセット回数と出力との関係を示すグラフ図である。

【図6】図1に示した実施例において、電荷取り出し用フォトダイオードの不純物濃度を電荷加算収納用フォトダイオードの不純物濃度の1/5以下に設定した場合における動作を説明するためのポテンシャル図である。

【図7】不純物注入量と加算レベルの関係を示す図である。

【図8】図1に示した実施例の全体構成を示す回路構成図である。

【図9】図8に示した固体撮像装置の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図10】AMI撮像素子を用いた従来の固体撮像装置の構成例を示す図である。

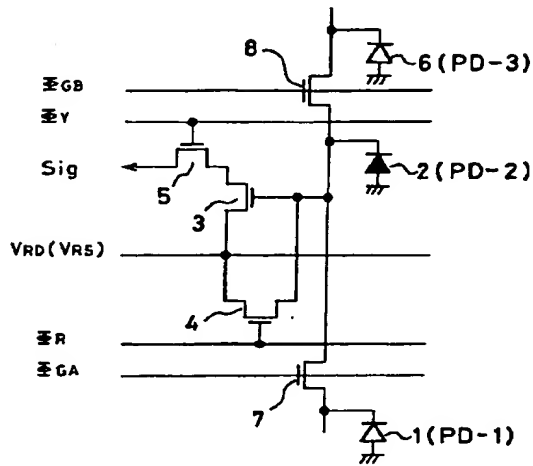
【符号の説明】

- 1, 6 電荷取り出し用フォトダイオード
- 2 電荷加算収納用フォトダイオード
- 3 増幅用トランジスタ
- 4 フォトダイオードリセット用トランジスタ
- 5 読み出し用トランジスタ
- 7 第1の転送用トランジスタ
- 8 第2の転送用トランジスタ
- 11 水平走査回路
- 12 垂直走査回路
- 13-1~13-4 垂直信号線
- 14-1~14-4 水平選択スイッチ
- 15-1~15-4 垂直信号線リセットトランジスタ

11
 51-1, 51-2, . . . 53-1, 53-2, . . . 55-1, 55-2 . . . 電荷取り出し用フォトダイオード
 52-1, 52-2, . . . 54-1, 54-2 . . . 電荷加算
 収納用フォトダイオード

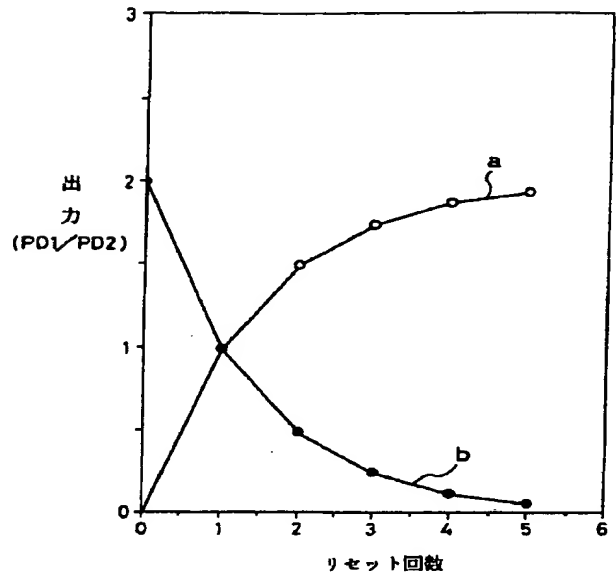
12
 *61-1, 61-2, . . . 63-1, 63-2 . . . 第1の転
 送用トランジスタ
 62-1, 62-2, . . . 64-1, 64-2 . . . 第2の転
 送用トランジスタ

【図1】

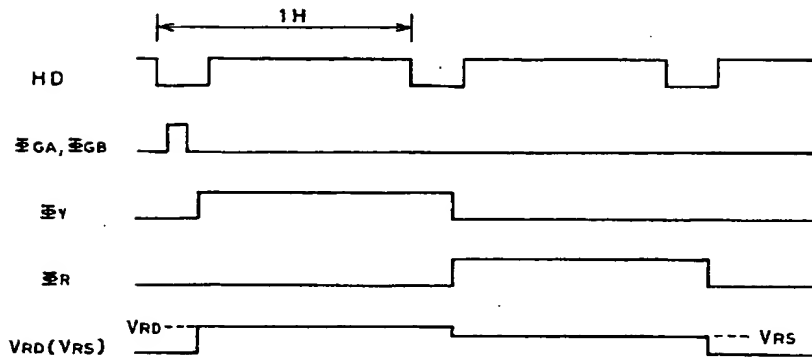


- 1 : 電荷取り出し用フォトダイオード
- 2 : 加算収納用フォトダイオード
- 3 : 増幅用トランジスタ
- 4 : リセット用トランジスタ
- 5 : 読み出し用トランジスタ
- 6 : 電荷取り出し用フォトダイオード
- 7 : 第1の転送用トランジスタ
- 8 : 第2の転送用トランジスタ

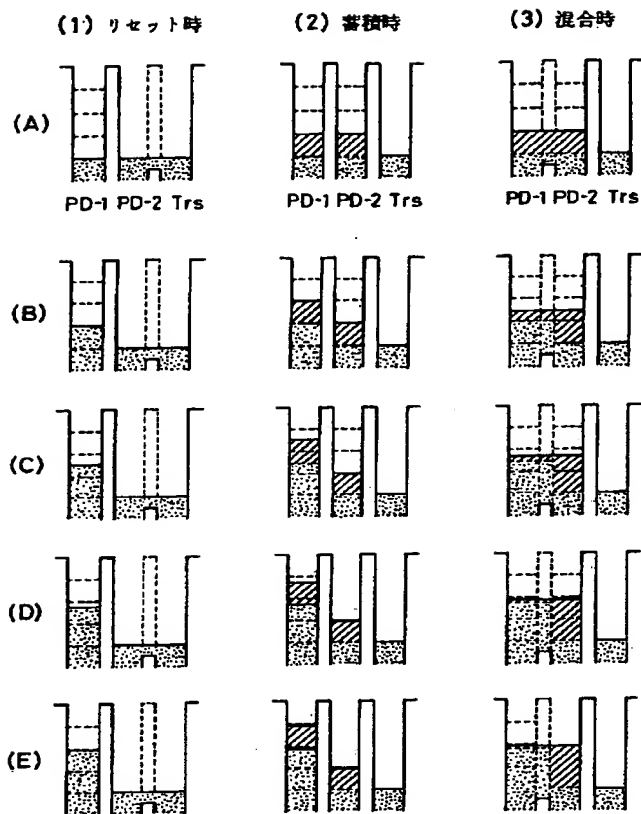
【図5】



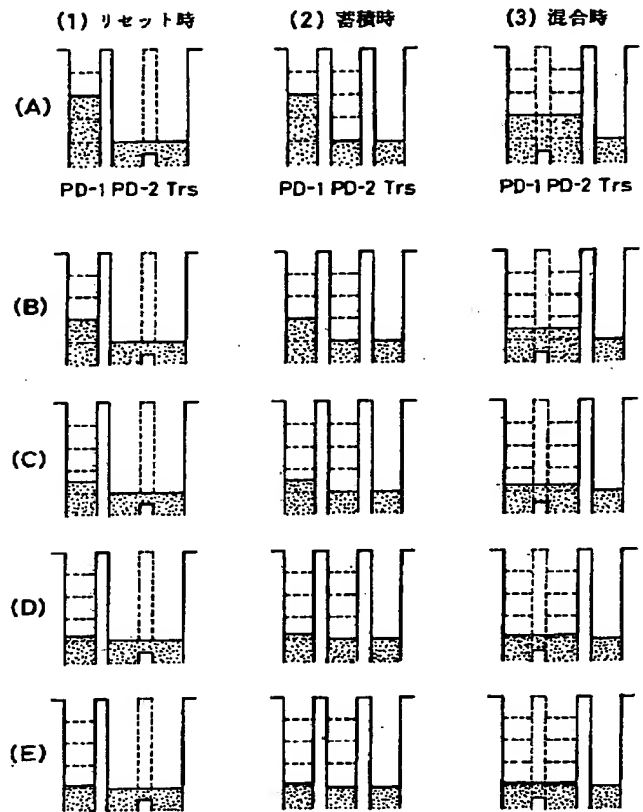
【図2】



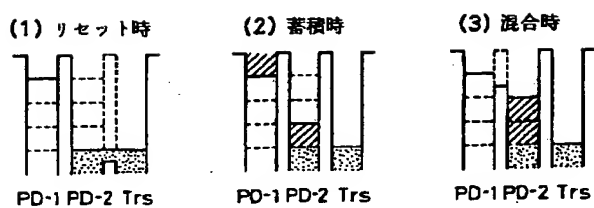
【図 3】



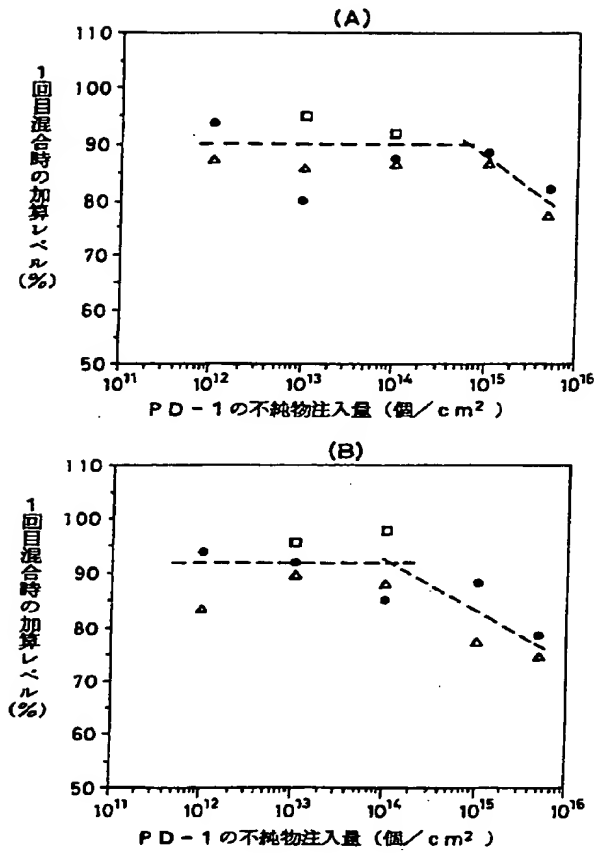
【図 4】



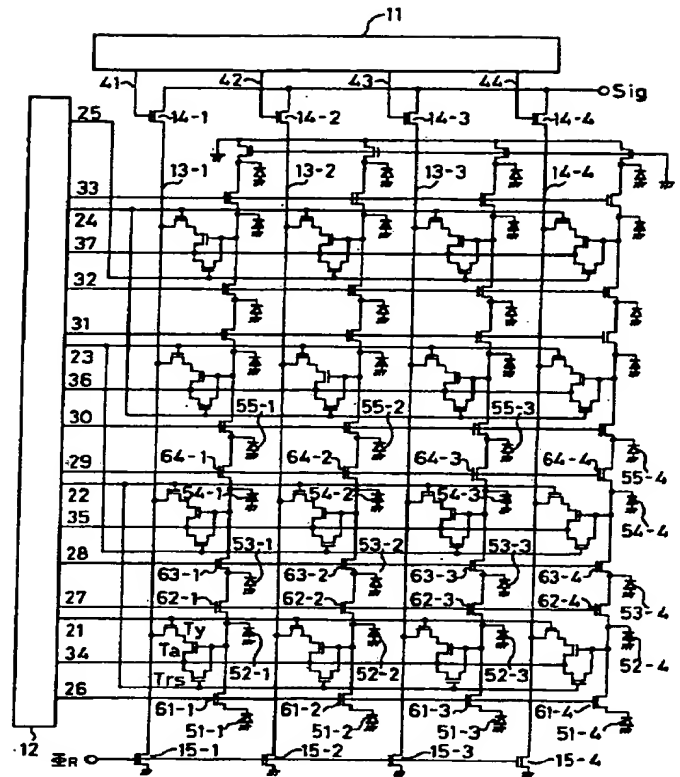
【図 6】



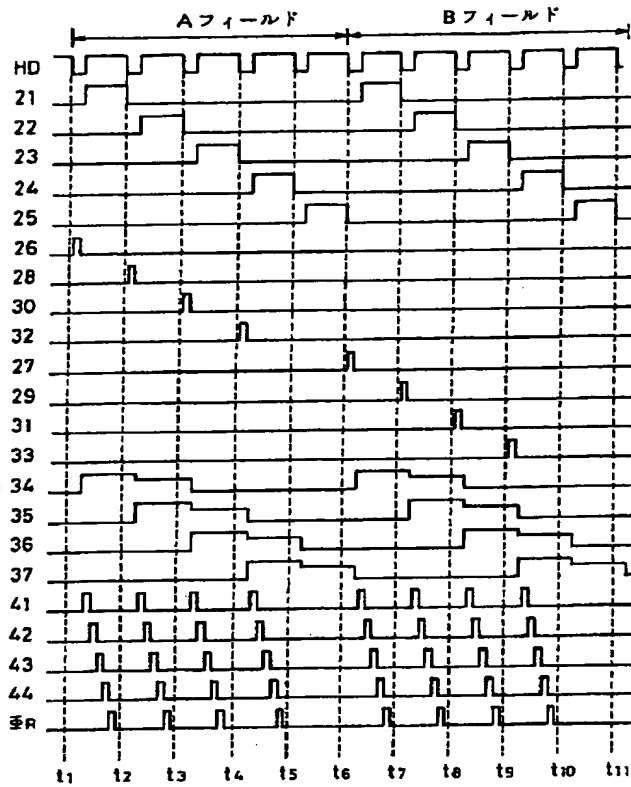
【図 7】



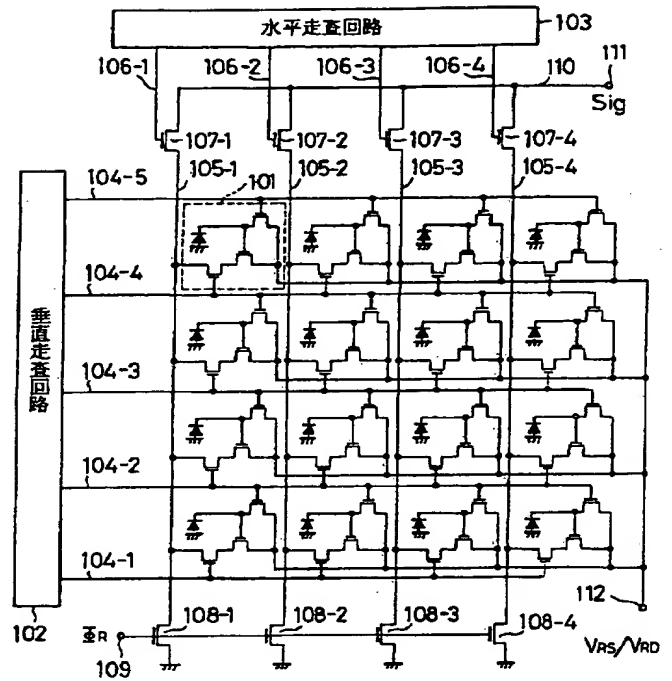
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 宮田 憲治
 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ
 ンパス光学工業株式会社内